

Spill vid skörd av vallensilage

– Losses of silage during harvest

Amanda Zetterberg



Självständigt arbete • 15 hp • Grundnivå, G2E
Lantmästare - kandidatprogram

Alnarp 2019

Spill vid skörd av vallensilage

-Losses of silage during harvest

Amanda Zetterberg

Handledare: Torsten Hörndahl, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Sven-Erik Svensson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i lantbruksvetenskap, G2E - Lantmästare - kandidatprogram

Kurskod: EX0885

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2019

Omslagsbild: Amanda Zetterberg

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Fältförluster, Mekaniska förluster, Spill vid skörd av vall.



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

FÖRORD

Lantmästare kandidatprogrammet är en treårig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (hp). En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 10 veckors heltidsstudier (15 hp). Iden till försöket kom från universitetsadjunkt Torsten Hörndahl som även varit handledare för arbetet. Att genomföra ett försök som detta passade mig bra då maskiner är ett intresse samt att jag är mer praktiskt lagd.

Ett varmt tack riktas till de båda försöksgårdarna med personal för all hjälp med genomförandet av försöken. Ett stort tack till min fantastiska make som varit en hjälpende hand och kommit med bra råd och idéer under försökets gång. Universitetsadjunkt Sven-Erik Svensson har varit min examinator.

Alnarp juni 2019

Amanda Zetterberg

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	5
SUMMARY	6
1. INLEDNING.....	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Syfte.....	7
1.3 Mål.....	7
1.4 Avgränsning	8
2. LITTERATURSTUDIE.....	8
2.1 Vall	8
2.2 Förluster	9
2.2.1 Konserverings- och lagringsförluster	10
2.2.2 Fältförluster	10
2.2.3 Andningsförluster	11
2.2.4 Mikrobiella förluster.....	11
2.2.5 Urlakningsförluster.....	11
2.2.6 Mekaniska förluster.....	11
2.2.7.1 Spill vid slåtter	12
2.2.7.2 Spill vid bärgning	12
2.3 Metoder för att minska spillet.....	14
3. MATERIAL OCH METOD.....	15
3.1 Försökets upplägg 2017	15
3.2 Gård 1 - maskinkedja	17
3.3 Försökets upplägg 2018	18
3.4 Gård 2 - maskinkedja	18
4. RESULTAT	19
4.1 Mekaniska förluster	19
4.4 Strategier för att minimera spill i fält – försöksgård 1	21
4.4.1 Observationer vid skörd.....	22
4.5 Strategier för att minimera spill i fält – försöksgård 2	23
4.5.1 Observationer vid skörd.....	23
5. DISKUSSION.....	24
5.1 Studiens tillförlitlighet	27
REFERENSER	28
BILAGOR.....	30
Bilaga 1 - Intervjufrågor	30

SAMMANFATTNING

Spill vid skörd av vallensilage är ett ämne som inte är så väl uppmärksammat på samma sätt som till exempel spillet vid skörd av spannmål. Vallskördens spill är komplext då det är många faktorer som påverkar hur stort spillet blir samt var i skördekedjan de uppkommer. Fältförluster uppkommer i fält och de kan bero på andnings-, mikrobiella-, urlaknings- och mekaniska förluster. Mekaniska förluster är den faktor som är svårast att hitta information om. Försök och studier har genomförts för att få fram uppgifter på hur mycket spill som uppkommer på grund av maskiner. Dessa visar att en högre torrsubstanshalt (ts-halt) medför en skörare grönmassa och ett högre spill. Blad och bladdelar är de sköraste och mest näringsrika delarna på växten. Därför är det viktigt med en varsam hantering och lagom förtorkning av grönmassan för att minska spillet.

Försök genomförda under 1960 – 70 talet ligger idag till grund för många av dagens schablonvärden för spill. Schablonvärden för olika fältförluster är något som används av rådgivare vid planering av gödselgivor samt växtnäringsbalanser. Det är mycket som har hänt med våra maskiner sedan dessa studier gjorts. Arbetsbredderna och effektiviteten i fält har ökat, men det finns mycket lite information om hur mycket de moderna maskinerna spiller. Schablonvärdena för mekaniska förluster i fält är 8 %. Spill är viktigt att ha kontroll över. Har man ingen uppfattning om spillet omfattning eller var det sker är det svårt att få en effektiv och ekonomisk vallodling. En faktor som har stor betydelse när det kommer till spill vid skörd av vall är grönmassans ts.

Syftet med detta försök var att få en uppfattning om hur mycket våra moderna maskiner spiller i fält vid andra- och tredjeskörd. Maskinkedjan som var med i försöket var en frontslåtterkross, en bogserad slåtterkross och en bogserad exakthack. Strängläggare användes inte. Försöket genomfördes på två försöksgårdar under åren 2017 och 2018. Det var totalt fyra skiften som användes och försöket pågick under andra- samt tredjeskörd.

På grund av olika omständigheter skiljer sig försöksåren från varandra vad gäller plats och maskinförare. Detta försvårade det redan svåra försöket att få en uppfattning om maskinernas påverkan på spillet. Därför ändrades målet med försöket till hur mycket maskinföraren påverkar det mekaniska spillet i fält.

Resultatet visar att maskinföraren har en stor inverkan på spillet. En erfaren och noggrann förare spiller mindre än en oerfaren förare. Förare A spillde i medel 0,7 – 1,8 %. Förare B spillde i medel 2,6–4,7 %. Resultaten som framkommit av försöket är lägre än schablonvärdena för mekaniskt spill. Ts- haltens inverkan på spillet kunde misstänkas, men inte styrkas på grund av att det var olika förare av maskinerna i försöket.

SUMMARY

Losses of silage during harvest is a subject that has yet to be studied in depth as, for example, the losses that occurs when harvesting grain. The waste of the harvest is complex as there are many factors that influence how big the losses gets and where in the harvest chain it arises. Field losses occur in the field and may be due to respiratory, microbial, leaching and mechanical losses. Mechanical losses are the factor most difficult to find information about. Experiments and studies have been carried out in order to obtain figures on how much waste arises from the usage of machines. These show that a higher dry weight (dw) results in a more fragile green mass and a higher spill. Leaves and leaf parts are the most fragile and most nutritious parts of the plant. Therefore, it is important to handle them with care and dry them properly to reduce the spill. Experiments carried out during the 1960s - 70s are the basis for some of the current waste standard values. Standard values for various field losses and spills are used by advisors in the planning of fertilizer applications and plant nutrient balances. Much has happened to our machines under the last 30 years. The working widths and efficiency of the field have increased but there is very little information on how much the modern machines are affecting the losses. The losses are important to keep track of. If you have no idea about the extent of the losses or where it happens, it is difficult to get an efficient and economical ley cultivation. One factor that is of great importance in regards to losses when harvesting ley is the dry weight of the grass.

The purpose of this study was to get an idea of how much losses depends on our modern machines. The machines used in the experiment were a front mower crusher, a towed mower crusher and a towed precision jack. Windrowers were not used. The trial was carried out on two farms during the years 2017 - 2018. There was a total of four parcels that were used and the experiment was carried out during the second and third harvest. Due to different circumstances, the trial years differ from one another in terms of location and machine operators. This made it difficult for an already difficult attempt to get an idea of the machine's influence on the losses. Therefore, the goals of the study changed to looking into how much the machine operator affects the mechanical spill in the field. The results that emerged from the experiment show that the machine operator has a great impact on the spillage. An experienced and careful driver loses on average between 0.7 and 1.8 % in the field. An inexperienced driver loses on average between 2.6 and 4.7 %. The dw impact on the spillage could be suspected but not substantiated because there were different drivers of the machines in the trial.

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

Vall är den gröda som odlas mest i Sverige. Enligt Jordbruksverket (2019) består vår åkermark till 45 % av vall och den är viktig för vår animalieproduktion, den biologiska mångfalden och fungerar som kolsänka. Mer kunskap krävs om hur vi kan effektivisera vallen med större skördar och minskat näringsläckage.

Detaljerad information om skiftena och dess faktiska skörd är viktig vid beräkning av gödselrekommendationer och växtnäringsbalanser. Genom bättre kontroll på hur mycket vallen avkastar kan man ge mer exakta gödselgivor samt effektiva och precisa växtnäringsbalanser. Ökad medvetenhet ger ökad chans att hitta och minska skördeförlusterna då man kan få en uppfattning om var de uppstår. Spillet vid skörd av vall är dock inget som det läggs mycket fokus på om man jämför med exempelvis andra förluster som uppstår i kedjan från skörd till lagring. Det är mycket lättare att hitta färskare uppgifter på hur mycket förluster som uppstår under lagringstiden i silon än hur mycket våra moderna maskiner spiller vid skörd av grödan.

Jämför man dagens maskiner med maskiner för trettio år sedan har arbetsbredden och effektiviteten på fält ökat, men inga nya försök har gjorts på hur mycket maskinerna spiller. Nya skördetröskor har idag spillindikationer för att hjälpa till att minska spillet vid skörd av spannmål, men det finns ingen modern teknik eller information som informerar om hur mycket våra vallmaskiner spiller. Genom att ha en uppfattning om hur mycket spill maskinen åstadkommer kan man ta reda på hur mycket av spillet som beror på föraren. Detta skulle vara en bra hjälp för att minska spillet.

1.2 Syfte

Projektet syfte är att uppmärksamma mekaniskt spill samt undersöka hur mycket spill det blir vid skörd av vall med slätterkross och exakthack, under andra- och tredjeskörd, under två skördesäsonger. En ökad kunskap om spill i fält ger en bättre ekonomisk översikt av vallens kostnader och bidrar till en kostnads- och miljöeffektivare vallodling.

1.3 Mål

Målet med denna studie är att få en uppfattning om:

- Vilka faktorer påverkar spillet vid skörd av vall?
- Var på skiftet spills det mest?
- Vilka metoder kan användas för att minska spillet?

1.4 Avgränsning

Försöket avgränsas till torrsubstansförlust i andra- och tredjeshöjd på fyra olika skiften under två olika år. Maskinkedjan som kommer att användas är slåtterkross och exakthack. Försöket avgränsas till att upprepas under två år med tre skördeprover per skifte samt tre krattade spillprover per skifte.

2. LITTERATURSTUDIE

2.1 Vall

Vall odlas vanligtvis i olika blandbestånd tillsammans med olika arter av gräs och klöver. Blandningar skiljer sig ifrån varandra beroende på om de ska användas till slåtter- eller betesvall. Vilken typ av vallblandning man använder till sin slåttervall styrs av till vilket djurslag gräset är tänkt att utfodras till. Detta då olika djur har olika behov som måste tas hänsyn till. Val av arter som skall ingå i fröblandningen bör passa de lokala förhållandena så som jordartsförhållanden, klimat och utfodringssystemet.

Faktorer som påverkar vallblandningen och dess innehåll är antalet skördar per säsong, kvävegödslingsstrategi och om vallen ska betas (Fogelfors 2016). Riktgivor för kvävegödsling av vall beräknas efter skördenivån av bärgad skörd efter ca 15 % fältförluster (Börling, Kvarmo, Listh, Malgeryd, Stenberg 2017). Vallens skördetidpunkt och gödselbehov styrs av till vilket djurslag vallen är tänkt att användas (Hushållningssällskapet 2013).

När önskad skördetidpunkt är uppnådd slås vallen och stubbhöjden bör vara mellan 8 och 10 cm. Detta för att lyfta upp gräset från marken. På så sätt minskar inblandning av jord och eventuella gödselrester som kan störa ensileringsprocessen. Om grönmassan skall läggas i storbalar rekommenderas att grödan förtorkas till 40–50 % ts. Detta gör att storbalssystemet är mer väderberoende än om grönmassan skulle ensileras i en silo som kräver en ts halt på ca 30–35 % (Jamieson 2010).

Slåtterkrossen slår av gräset med knivar som sitter på en roterande disk. Gräset krossas av slagor eller valsar och läggs antingen i sträng eller bredsprids efter slåtterkrossens arbetsbredd. Krossningen ökar också den yta som är tillgänglig för mjölksyrebakterierna. Dock får inte slåtterkrossens bearbetning av grödan vara så hård att de sköra näringsrika bladen trillar av (Jamieson 2010). Bredspridning i samband med slåtter innebär att gräset slås av och sedan fördelas ut över en större yta. Detta gör att mer av gräset exponeras för sol och vind, vilket lättare gör att vattnet avdunstar, förkortar torktiden och höjer ts-halten snabbare. Bredspridningen ger även jämnare torrsubstans i ensilaget och på så vis minskar risken för bakterien *Clostridium* tillväxt samt andra skadliga bakterier (Sundberg 2002).

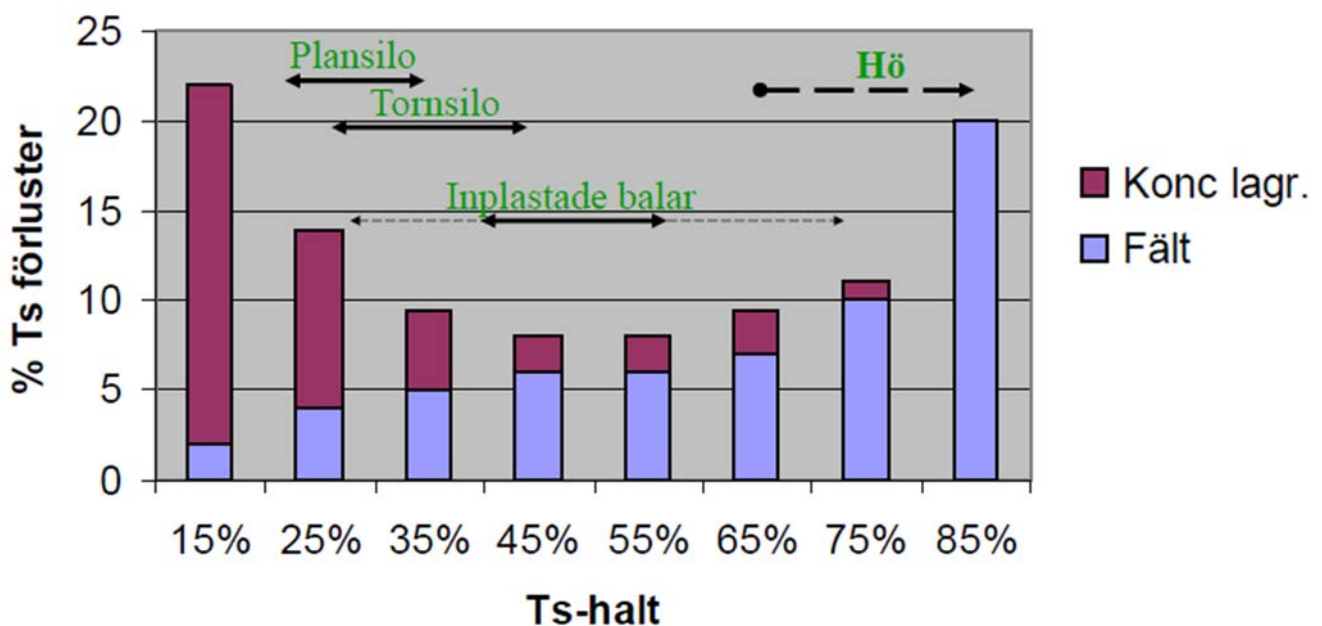
Bredspridning medför behov av strängläggning då strängar krävs för att grönmassan skall kunna bärgas. Idag används vanligtvis rotorsträngläggare och cylindersträngläggare. Det finns inga moderna försök gjorda hur mycket strängläggningen spillar och hur mycket det påverkar det totala spillet. Dock finns försök gjorda med hö på 1980-talet för att undersöka hur mycket den tidens strängläggare spillde. Dessa försök visade att rotorsträngläggaren spillde 90 kg ts/ha i medel, vilket gav 2,0 % spill av bärgad skörd (Bengtsson 1983). Spillet från strängläggningen uppkommer mest på grund av dålig renräfsning, men även från att man rör om i den slagna grödan och slår sönder den. Detta ökar risken att man förlorar de sköra näringsrika bladen. Idag har det kommit nya sorters strängläggare på marknaden. Det är

pickuppsträngläggaren. Den beskrivs som skonsammare mot grödan, minskar spillet och risken för inblandning av stenar i grönmassan. pickupen plockar upp grönmassan från fältet och placerar det på ett band som sedan transporterar den till valfri sida av maskinen och lägger grönmassan i en sträng. Detta skall enligt tillverkaren medföra en skonsammare behandling av grödan som bidrar till mindre ts-förluster och mindre näringsförluster då de sköra bladen får en mildare behandling (ROC 2019). Tester som verifierar detta har inte kunnat hittas.

Grönmassan skall sedan bärgas och eventuellt konserveras. Uppsamling och snittning av grödan sker med olika typer av fälthackar, snittvagnar eller storbalspressar. Hackningen gör att materialet packar sig bättre i silon eller balen. En snabb start på ensileringsprocessen är önskvärd och den startar snabbare ju mindre syre som finns närvarande. 20–30 mm snittlängd rekommenderas, då funkar djurens magar bra och traktorns effektbehov blir också hanterbart (Sörkvist, Helleberg, Malmström, Neuman 2000).

2.2 Förluster

Förluster vid beredning av vallfoder uppkommer längs hela hanteringskedjan. Förlusterna delas in i två olika grupper beroende på var de uppstår. De två grupperna är, förluster som sker under konservering och lagringstiden samt förluster som uppkommer i fält (Borreani, Tabacco, Schmidt, Holms, Muck 2018). I figur 1 illustreras sambandet mellan förluster och ts-halten i grödan. Här kan man se att högre ts-halt ger högre fältförlust, men mindre lagringsförluster.



Figur 1. Storleken av konserverings- och lagrings- respektive fältförluster ändras av ts-halt och olika sätt att skörda (Hömdahl 2017 bearbetad från Belotti 1990).

2.2.1 Konserverings- och lagringsförluster

Förluster under konservering och lagring påverkas av:

- Kvarvarande luft i grönmassan
- Pressvatten
- Jäsning
- Otätheter i silon eller täckningsmaterialet

Vid ensileringen eftersträvar man att snabbt få en syrefri miljö. Under normala förhållanden finns alltid en viss mängd syre i grönmassan vid inläggning. Detta syre förbrukas dock snabbt genom cellandningen och genom att aeroba bakterier använder upp syret under sin tillväxt. Cellandningen bidrar med förluster av torrsbstans och uppskattas till ca 1–2 %. Då silon tillsluts används syret upp och den syrefria miljön uppkommer mycket snabbt. En utdragen inläggning ger en längre period som de aeroba bakterierna har möjlighet att växa vilket kan ge förluster på ca 2–4 % (Belotti 1990). Borreani et al. (2018) visar på att den värme som uppkommer vid ensileringsprocessen påverkar ts-förlusten och näringsförluster uppstår

Pressvattnet för bort lösliga näringsämnen. Pressvattnet har en torrsbstanshalt på ca 6 % men precis vid inläggningen är torrsbstansen något lägre för att sedan under lagringsperioden stiga upp till ca 10 %. Näringsförluster genom pressvattenavgång kan beräknas till 5 – 7 % (Belotti 1990).

Under jäsningen uppstår mest förluster av kolhydrater även om jäsningen har varit bra. Storleken på jäsningsförluster kan uppgå till 3–6 % Bruttoenergiförlusterna är i regel mindre än ts-förlusterna eftersom det bildas energirika föreningar under jäsningen (Belotti 1990).

Dålig täckning utav silon samt om silon får stå öppen en längre period innan den täcks orsakar stora förluster. Även uttagningshastigheten av ensilaget ur silon påverkar förlusterna. En långsam uttagning medför att ensilaget kommer i kontakt med syre under en längre period, vilket medför varmgång och förluster. Silon tar värme på grund av jäsningsprocessen. Detta medför ts- och näringsförluster. Har det även regnat på grödan under inläggningen ökar förlusterna ytterligare. (Belotti 1990, Borreani et al. 2018).

2.2.2 Fältförluster

Till fältförluster räknas hela kedjan från den stund då vallen slås till foder och läggs i lagret. Fältförluster kan delas in i fyra olika grupper som beskriver orsaken till förlusterna (McGechan 1989).

- Andningsförluster
- Mikrobiella förluster
- Urlakningsförluster
- Mekaniska förluster

2.2.3 Andningsförluster

Efter att gräset slagits fortsätter det att andas. Andningsintensiteten avtar när vattenhalten i grödan sjunker och upphör vid 35–40 % vattenhalt (Weidow 1998).

Den kemiska formeln för växtens andning är $6\text{O}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 6\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Denna reaktion medför närings- och ts-förluster (McGechan 1989). Finns det inte något socker kvar i växten att förbränna eller att den hamnar i en anaerob miljö som tex i en inplastad bal eller silo upphör även andningen. Därför bör torkningen och inkörningen av grödan gå snabbt. Detta för att det ska finnas så mycket näring kvar i grönfodret som möjligt (Weidow 1998, Belotti 1990, McGechan 1989).

2.2.4 Mikrobiella förluster

Mikrobiella förluster sker när mögelsvampar och bakterier använder vallfodret som näringskälla och bryter ned växtens organiska substans. Hög vattenhalt i den avslagna grödan och tillgång till syre krävs för att starta tillväxten av de flesta oönskade bakterierna (Belotti 1990, McGechan 1989). Mikrobiella förluster förekommer både vid torr och fuktig väderlek. Är det en tjock sträng behålls fukten kvar i strängen även vid torr väderlek. Under det första dygnet som grödan är avslagen är förlusterna på grund av mikrobiell aktivitet så små att man bortser från de förlusterna. Dock ökar risken för mikrobiella förluster ju längre tid som grödan ligger avslagen i fält. Fuktig väderlek gör att risken att de mikrobiella förlusterna blir mer betydande då det gynnar tillväxten av bakterier (Jeppsson 1981, McGechan 1989).

2.2.5 Urlakningsförluster

Urlakningsförluster orsakas av nederbörd på den avslagna grödan. Lättlösliga näringsämnen så som tex kolhydrater sköljs bort av regnvattnet när det passerar genom strängen. Urlakningsförlusterna är måttliga strax efter slåttern då vattenhalten fortfarande är hög i växten. Detta gäller dock vid ett måttligt regn. Dock ökar urlakningsförlusterna desto längre in i torkningsprocessen växten är vid ett regnfall (Belotti 1990, McGechan 1989). Ett försök med beredning av hö som fick 11–15 mm regn under förtorkningen ökade förlusterna med 670 kg ts per hektar för rotorslättermaskinen och 850 kg ts per hektar för maskiner som behandlat materialet med slagor (Nilsson, Larsson och Svensson 1978).

2.2.6 Mekaniska förluster

Mekaniska förluster (spill) är förluster som sker i fält på grund av maskinen. Spillet uppstår när gräset behandlas för hårt av de olika maskinerna, samt faller isär och blåser iväg. Spill sker även från pickupen som inte plockar med sig all grönmassa utan delar faller tillbaka ned i stubben. Fältförlusterna påverkas även av vallens torrsubstans. En längre förtorkning samt upprepad och ovarsam hantering av grönmassan ger högre spill. Därför är fältförlusterna högre vid höberedning än vid ensilering då höet hanteras mer och har en högre ts än ensilaget (Belotti 1990, O’Kiely, O’Connell, Murphy 1993).

Förluster av vallen sker vid alla delar av skörden. När vallen slås, vänds, strängas, plockas upp av pick - upen eller sprutas in i en vagn. Oavsett vilket system man har sker förluster. Detta på grund av när gräs torkar blir det skörare och delar sig lättare i mindre bitar (McGechan 1989, O'Kiely et al. 1993). Dock sker de största förlusterna på vallen av de näringsrika och viktiga bladen och bladdelar. Dessa torkar betydligt fortare än strået och stjälken på växten. Bladen har en högre näringskoncentration av protein än i hela växten totalt. Detta gör att proteinförlusten blir större än ts-förlusten. Därför är det viktigt att hålla spillet så lågt som möjligt (Hadders 1984, Hushållningssällskapet 2013).

2.2.7.1 Spill vid slåtter

Vid slåtter uppstår alltid en stubb. Detta påverkar skördeutbytet. En optimal stubblängd är dock svår att fastställa då det skiljer sig mellan skiften. All kvarlämnad stubb utöver den optimala längden, vilket är olika från fall till fall innebär en skördeförlust. Inställningar och körhastighet påverkar den kvarvarande stubblängden. Övriga typer av förluster sker först efter slåttern men storleken på dessa beror på hanteringen av materialet. Spill är den mest synliga förlusten som man kan se med blotta ögat och påverkas av materialets behandling vid slåtter, under förtorkningstiden, strängläggningen och lastningstekniken (Nilsson et al. 1978).

Försök som genomfördes av Nilsson et al. (1978) testades olika slåtterkrossar och knivbalkar. En slåtterkross kombinerar talriksrotorer med slagor. Slagorna är inte till för att skära av materialet utan för att lyfta materialet över rorotorna och rispa vaxskiktet på växten. Höjden ställs in med släpsskor vilket ger bra följsamhet på ojämnt underlag. Materialet samlas i en sträng efter maskinen eller sprids över hela arbetsbredden. Försöket visade även på att slåtterkrossens slagor ökar spillet i fält jämfört med en kross utan slagor.

2.2.7.2 Spill vid bärgning

Det är flera faktorer som påverkar hur mycket av grönmassan som blir kvar på fältet. En orsak som påverkar mycket är ts-halten. Vid försök som gjordes med hö av Bengtsson (1983) visade att en hög ts-halt gav ett ökat spill, vilket även framkommer i O'Kiely, O'Connell och Murphys studie från 1993. Val av maskiner, fältets beskaffenhet, skördens storlek, artsammansättning, strållängd, körsätt och hastighet har också betydelse för hur mycket som spills. Genom att vara observant på hur maskinen arbetar och provar sig fram med inställningar samt hastigheten kan spillet minskas. Det går lättare att undvika spill på jämna och regelbundna fält. Ett ojämnt fält gör det svårare för maskinerna att göra ett bra resultat (O'Kiely et al. 1993).

Under försöket som genomfördes av Bengtsson (1983), uppmättes spillet efter olika strängläggare och visade på att allt för ofta kördes strängläggaren av ovana personer som inte har den körvana eller kunskap som krävs att ställa in strängläggaren. Oftast ställdes maskinen in en gång och sedan kördes alla fält med samma inställning oavsett materialet som strängades, oavsett vilken vattenhalt gräset hade samt hur fältet var utformat. Valet av körsätt spelade även roll på mängden spill. Mest spill blev det när strängläggaren skulle flytta hela strängen. Detta körsätt gav det mesta spillet vid körning med strängläggare. Vid strängläggning är det viktigt som förare att ha en uppfattning av hur stor skörden är. Ibland kan en sammanläggning av flera strängar eller en fullt utnyttjad arbetsbredd medföra så stora

strängar att traktorns drag drar sönder strängarna och bildar klumpar som puttas åt sidan av pickupen samt att strängen är för bred för pickupen. Därför är kravet på välformade strängar viktigt.

En platt sträng håller fuktigheten bättre än en sträng som är fluffig. En fluffig sträng ökar ytan som vinden kan komma i kontakt med. Vinden kan då transportera bort mer fukt bort från grönmassan och på så sätt öka hastigheten på förtorkningen (O'Kiely et al. 1993). Även körhastigheten vid lastning måste anpassas till pickupens kapacitet (Bengtsson 1983).

Pickupens kapacitet till att plocka upp gräset har betydelse för spillet, lika så gräsets ts-halt. Under samma försök som Bengtsson (1983) genomfördes studerades hur ts-halt samt inställningen på pickupen påverkade spillet. Lastarvagnens pickup justerades så att den gick djupare ner mot marken. Under hela höskörden hade pickupen haft samma inställning, vilket hade medfört ett högre spill. Spillet som blev efter justeringen minskade med 37 kg ts/ha och blev 2,7 % mot 3,7 % före justering. Denna ökning kan ses som obetydlig, dock visar det på att man kan minska spillet från maskinen genom att lära sig hur den fungerar och prova sig fram. Att ändra hur djupt pickupen skall gå är en lätt och snabb lösning som ger resultat. En bra pickupp på lastvagnar bör kunna ställas in så att den lämnar ett spill på max 2 % om strängen är välformad (Bengtsson 1983).

Pickupen skall kunna lyfta materialet i en sammanhållen sträng och föra in strängen i maskinen utan att det faller tillbaka i stubben. Inmatningsmekanismen måste även ha en stor kapacitet för att ett bra resultat ska kunna uppnås. Försöket som genomfördes visade på att den tidens strängläggare och pickupper hade brister vad gällde dessa betingelser. Hur pickupen är placerad spelar mindre roll, utan det viktigaste är att pickupen lyfter strängen i en sammanhängande båge utan att brytas sönder. En sträng som är tunn och gles gör det svårare för pickupen att plocka upp, vilket ökade spillet. Skulle pickupen lyfta strängen tvärt bryts den sönder och spillet ökar. Rullning av höet uppstår när hastigheten är för hög samt strängarna är tjocka eller för breda. Detta gör att materialet rullar utmed sidorna på pickupen och spillet ökar (Bengtsson 1983).

Mätningar av medelspill i praktisk höbärgning utfördes 1982 av Bengtsson och visar att spillet ofta är stort. I genomsnitt 8–9 % av den bärgade skörden spilldes. Variationen var dock stor från 4,9 - 18,0 %. Undersökningen visade även på att en rätt inställd maskinkombination minskade spillmängden med 4 %-enheter. Man fick även bekräftat att en omsorgsfull inställning av maskinerna och planerad körning lönade sig. Under ett tillfälle ändrades den vanliga körningsrutinen och spillet gick från 18 % till 7 %. Körhastigheten och kvalitén på strängläggningen påverkar upptaget och spillet.

Undersökningen visar på att man kan komma ned i acceptabla spillnivåer. Det krävs att man anpassar sin körning och maskinval med hänsyn till kapacitet och användning (Bengtsson 1983). Försök gjorda av Klinner och Wood (1981) modifierade en pickupp med nylonborstar i stället för pickupp med pinnar. Nylonborstarna minskade spillet från pickupen med 0,4 % för breddspredning av grönmassan och 0,8 % för strängad grönmassa. Jämför man höberedning med ensilering är det lättare att minimera spillet vid ensileringen. Detta på grund av ensilering kräver mindre hantering samt att grödan har lägre ts- halt än höberedningen, vilket medför mindre spill (Hörndahl 2017).

McGechan (1989) nämner i sin review att mekaniskt spill är väldigt svårt att mäta i fältundersökningarna, - mycket på grund av att det är svårt att få exakta förhållanden. Han menar även att många försök som finns som fokuserar på mekaniskt spill är gjorda på lucern. Lucern har helt andra krav vad gäller skörd. Lucern är en mycket känslig gröda som spiller mycket lätt. McGechan (1989) hävdar att den data som insamlats vid spillförsök gjorda på lucern, inte skall användas vid jämförelse med gräs.

2.3 Metoder för att minska spillet

Grovfoderverktyget.se är en hemsida som framförallt används av produktionsrådgivare för att ge en överblick och kontroll på gårdens grovfoderproduktion. På grovfoderverktyget.se hemsida kan man räkna ut olika produktionskostnader (kr/kg ts) gröda för gröda och för den totala grovfoderproduktionen. Beräkningsmallarna använder schablonkalkyler och nyckeltal för grödor och maskinförutsättningar så man skall kunna planera sin foderproduktion. Det finns även tillgång till information och fakta angående grovfoder, för att kunna ta en bra grovfoderskörd (Hushållningssällskapet 2013).

En av grovfoderverktygets beräkningsmallar ger en uppskattning av fältförluster och lagringsförluster. Man fyller i mallen med vilken typ av slåttermaskin man använt, om grönmassan har strängats, procentandel klöver, antal dagar det förtorkats, hur grönmassan bärgats, hur grönmassan har transporterats till silon samt hur grönmassan lagras. Om indata motsvarande förutsättningarna som var för mitt försök lades in i mallen så blev det mekaniska spillet 8 % (Hushållningssällskapet 2013).

Andra mallar som fanns på grovfoderverktygets hemsida var Honigs väderdiagram (Honig 1977). Diagrammet används för att ge en uppfattning om vädrets inverkan på näringsförlusterna i fält under förtorkning. Vädret graderades efter en graderingsskala som kallas "Bonitur". Graderingen går från 1 till 5 där: 1 var bästa förhållandena och 5 var de sämsta.

3. MATERIAL OCH METOD

3.1 Försökets upplägg 2017

Inför uppstarten av försöket pratade jag med gårdsägarna på försöksställe 1 om att jag skulle vilja genomföra ett försök med hjälp av deras maskiner och skiften för att kunna undersöka spillet vid skörd av vall. Två skiften valdes ut för försöket. Vi eftersträvade att skiftena skulle vara så lika som möjligt vad gäller nivåskillnad och vallblandning. Försöken valdes att genomföras under andra- och tredjaskörd i mån av tid. Försöket genomfördes i västra Götalands skogsbygd.

Sedan lades planen upp hur försöket skulle genomföras tillsammans med handledaren. Planen blev att ta tre skördeuppskattningsprover per skifte samt kratta tre spillprover efter bärgning av grönmassan för att uppskatta spillet. Efter mötet med handledaren skrevs det ihop ett protokoll där jag strukturerade upp vad för information som skulle samlas på fält.

Skiftena var sådda med vallblandningen Robust och bestod utav Timotej Lischka 52 %, Rödsvingel Hykor 30 %, Rödklöver Rozeta 14 %, Vitklöver Klondike 4 %. Båda skrifterna gödslades en förstagiva på våren med NPK 22–4–10 200 kg/ha. Andragiva efter förstaskörd lades Axan N27 200 kg/ha och nötflytgödsel 20–25 ton flyt. Nötflytgödselns värden för 10 ton gödsel innehåller 15 kg kväve, 3 kg fosfor och 20 kg kalium. Innan tredjaskörden lades ingen giva, dock lade man 15 ton nötflytgödsel på hösten efter tredjaskörden för vinterförråd. De förväntar sig en skörd på 8000 kg ts per ha och år.

Skifte 1 var en andraårsvall på 9 ha. Vid andraskörden uppskattades visuellt klöverandelen till ca 25 % och höjden på grödan var 52 cm innan skörd 2017-07-21. Strängen låg sedan i tre dagar innan hackningen (som skedde 2017-07-24) då samlades även spillproverna in. Temperaturen var mellan 16–18 °C och vädret var sol med lite inslag av lättare duggregn. Vid tredjaskörden uppskattades klöverandelen till ca 20 % och grödan uppmättes till 50 cm hög innan den slogs 2017-10-08. Temperaturen var ca 6 °C och vädret var molnigt med lite inslag av lättare duggregn. Spillproverna samlades in i samband med hackningen som skedde 2017-10-09.

Skifte 2 var en tredjeårsvall på 5,5 ha. Vid andraskörden uppskattades klövern visuellt till ca 15 % och gräshöjden uppmättes till 45 cm innan skörd den 2017-07-22. Temperaturen var 18 °C och vädret vid skörd var soligt. Gräset förtorkades i två dagar och hackades 2017-07-24 och i samband med detta samlades även spillproverna in. Vädret vid krattning av spillprover var lättare duggregnskurar och temperaturen var runt 18 °C. Vid tredjaskörden uppmättes klövern visuellt till ca 10 % och grödan var 40 cm hög innan den slogs 2017-10-08. Temperaturen låg på ca 6 °C och vädret vid skörd var molnigt med lite inslag av lättare duggregn. Spillproverna samlades in i samband med hackningen som skedde 2017-10-09.

Precis innan åkern slogs togs tre skördeprover på 1 m² med en stubbhöjd på 10 cm på vardera skiftet för att kunna uppskatta skörden. Därefter slogs skiftena och hackades. Precis efter att skiftet var skördat och klart samlades tre spillprover in. Då krattades i en ruta som var 7 m² (7 m x 1 m) vilket motsvarar bredden på den bredaste maskinen som kört på skiftet, vilket i detta fall var slåtterkrossarna. Proverna som togs var ett på vändteg, ett i en kurva och ett mitt i ett drag för att få en uppfattning var spillet uppkommer mest. Både vid skördeuppskattningen och vid uppsamling av spillet vägdes tygpåsarna först tomma och sedan med gräset i. Allting dokumenterades med anteckningar och bilder. Insamlade data lades sedan in i olika Excel-filer.

Efter att alla prover samlats in och märkts upp lades de direkt i frysen för att senare kunna tas med till Alnarp för att bestämma torrsubstansen. Proverna tinade i bilen under den tre timmar långa resan. Väl framme vägdes plåtarna som proven skulle ligga på i torkskåpet. Sedan vägdes plåtarna med gräsproven. Efter vägningen ställdes plåtarna in i torkskåpet i 24 timmar i 60 °C. Efter 24 timmar togs proverna ut och vägdes igen. Allting antecknades och den data som samlats fördes sedan in i Excel-filer.

Intervju genomfördes efter avslutat försök för att kunna få en uppfattning om hur gården jobbade för att undvika spill i fält. Intervjun gav en inblick i försöksgårdarnas tankesätt och metoder kring vallskörd samt syn på spillens betydelse. Det var en kvalitativ intervju med öppna frågor (Holm, Solvang 1997).

3.2 Gård 1 - maskinkedja

Försöksgård 1, maskinkedja består av 2 st svarta MF 7624, en frontslåtterkross, en bogserad exakthack och Metsjö-vagn som är 37 m³. De hyr in en bogserad slåtterkross, och två Metsjö-vagnar. Frontslåtterkrossen var en Elho Arrow 3700 F årsmodell 2013. Den har en arbetsbredd på 3,7 m och har 9 st klipprotorer. Krossrotorn har en bredd på 2,5 m och slagorna är smidda och rundade och den har en ställbar fjäderbelastad motkam. Den bogserade slåtterkrossen är en Krone EasyCut 3600 CV. Årsmodell 2009 med matta. Den har en arbetsbredd på 3,5 m. Själva krossen består både utav v- slagor och fingerslagor för att kunna kasta gräset upp på mattan. Mattan lägger ihop strängarna så man får en sträng som teoretiskt har en arbetsbredd på 7,2 m. Den faktiska arbetsbredden uppskattades till 7 m.

Hacken var en bogserad exakthack JF Stoll 1360. Årsmodellen var 2012. Den har en pickupp-bredd på 3,1 m och innehåller 40 st knivar. Den teoretiska snittlängden är 7–15 mm. Vid mätning av det hackade materialet var det mellan 0,5 och 14 cm. Hacken blåser sedan in den hackade grönmassan i en Metsjö-vagn som dras efter den bogserade hacken. Se figur 2.

Metsjö-vagnarna har heltäckande tak med öppning i gaveln fram. Taket minskar risken att gräset blåser utanför och underlättar att få välfyllda lass.



Figur 2: Bild från skörden 2017 med bogserad hack och Metsjö-vagn.

3.3 Försökets upplägg 2018

Försöksupplägget för 2018 skiljer sig från 2017 då det är på en annan plats. Försöket skulle ha genomförts på samma skiften, med samma maskiner och förare för båda åren. Av olika anledningar kunde detta inte genomföras och därför behövdes nya försöksskiften. Inför uppstart kontaktade jag försöksgård 2. Jag fick hjälp att välja ut två skiften som var snarlika varandra. Speciellt för 2018 var torkan. Detta gjorde att valet föll på de två skiften som mest liknade ett normalt år. Jag valde att genomföra försöket under andra- och tredjaskörd för att hålla förutsättningarna så lika som möjligt mellan de olika försöksåren. Försöket genomfördes i västra Götalands skogsbygd.

Själva grundupplägget var det samma som för år 2017. Tre skördeprover på 1 m² klipptes samt tre spillprover krattades på 7 m² (7 m x 1 m) per skifte och skörd. Protokollen och informationen som samlades var samma som för år 2017.

Intervju genomfördes efter avslutat försök för att kunna få en uppfattning om hur gården aktivt jobbade emot spill i fält. Om de hade någon uppfattning om sitt spill och om de hade strategier för att minska risken för spill vid skörd. Samma frågor och metod användes som under 2017.

Blandningen på båda skiftena var Lantmännens SW Mira 21 och består utav Rödklöver SW Ares 5 %, Rödklöver Vicky 5 %, Vitklöver Hebe 5 %, Timotej Switch 50 %, Ängssvingel SW Minto 20 %, Engelskt rajgräs SW Birger 5 %, Engelskt rajgräs Grasslands Nui 10 %. Gödselgivorna har lagts efter en uppskattad skörd på 8000 kg ts/ha. På våren innan förstaskörden lades konstgödsel Axan N27 175 kg/ha samt 25 ton nötflytgödsel. Efter förstaskörden lades Axan N27 150 kg/ha samt nötflytgödsel 20 ton/ha. På Hösten lades enbart Axan N27 125 kg/ha. Gödselgivorna är beräknade på att skörden skall ge 8000 kg ts per ha och år.

Skifte 3 var en andraårsvall på 2,8 ha. Vid andraskörden uppskattades klöverandel visuellt till ca 20 %. Grödan var 30 – 35 cm innan de skördades 2018-07-10. Temperaturen var 23 °C och vädret vid skörd var soligt med lite inslag av moln. Vid tredjaskörden uppskattades klöverandelen visuellt till ca 15 % och gräshöjden var 40–50 cm innan vallen skördades 2018-09-23. Temperaturen var mellan 12–15 °C och vädret var soligt med inslag av moln. Spillproverna samlades vid båda tillfällena dagen efter skörd.

Skifte 4 var en andraårsvall på 1,39 ha. Vid andraskörden uppskattades klöverandelen visuellt till ca 20 % och grödan var 40–50 cm innan de skördades 2018-07-10. Temperaturen var 23 °C soligt med lite moln. Vid tredjaskörden uppskattades klöverandelen visuellt till ca 15 % och grödan var 40 – 50 cm innan vallen skördades 2018-09-23. Temperaturen var mellan 12–15 °C och vädret var soligt med vind på ca 5 m/s. Spillproverna samlades vid båda tillfällena dagen efter skörd.

3.4 Gård 2 - maskinkedja

Försöksgård 2, maskinkedja består utav en Case CS 150, en bogserad slåtterkross och en Metsjö-vagn. Vagnarna är samma som under år 2017 och har heltäckande tak. Den bogserade slåtterkrossen är samma som för 2017. Hacken var en bogserad exakthack JF Stoll 1355 årsmodell 2011 och traktorn den gick för var en MF 7724.

4. RESULTAT

4.1 Mekaniska förluster

Tabell 1 visar resultatet för båda försöksåren. Andraskörden 2018 (skifte 3 och 4) har högre ts-halt än övriga. Spillet varierar mellan 0,27 och 4,69 %. Det lägsta spillet uppmättes år 2017 med förare A och det högsta spillet uppmättes 2018 med förare B.

Tabell 1: Sammanställning över de skiften som vart med i studien samt medelskördar och spill

Skifte	Skörd Nr	Förare	Silo ts %	Medelskörd Kg ts/ha	Spill/ ha i %
1	2	A	30	6944	0,27
2	2	A	30	4210	0,89
1*	3	A	33	2342	1,83
2*	3	A	33	2455	1,31
3	2	B	44	3047	4,69
4	2	B	44	3411	1,59
3	3	B	28	4589	1,81
4	3	B	28	4168	3,11

*Endas ett skördeuppskattningsprov för totalskörd taget.

I tabell 2 kan man utläsa spillet i procent för de olika skiftena, placering på fältet där proverna togs samt medelspillet på respektive provyta. Här ser man att det under andraskörden spilldes mest i draget och i tredjeskörden spilldes de mest i kilen men även mycket i draget. Vändteg är det området som används till att vända ekipaget vid åkerns slut. Ett drag är från den ena vändtegen tvärs över till den andra. En kil är där olika strängar möts.

Tabell 2. Spillet i procent för de olika skiftena, placeringarna på fältet där proverna togs samt medelspillet på respektive provyta

		Andraskörd			Tredjeskörd		
		Drag	Vändteg	Kil	Drag	Vändteg	Kil
Skifte 1	2017	0,2 %	0,9 %	0,3 %	1,9 %	1,5 %	2,1 %
Skifte 2	2017	0,2 %	0,4 %	2,0 %	1,5 %	1,1 %	2,5 %
Skifte 3	2018	7,2 %	2,2 %	1,0 %	0,6 %	1,2 %	3,0 %
Skifte 4	2018	2,2 %	1,6 %	1,0 %	3,8 %	1,8 %	5,0 %
Medeltal spill		2,5 %	1,3 %	1,1 %	2,0 %	1,4 %	3,2 %

Tabell 3 visar spillet för de olika maskinförarna och var spillet uppstått. Man kan utläsa att förare A har ett mindre medelspill än vad förare B har.

Tabell 3. Tabellen visar de olika maskinförarnas spill i medeltal samt spillens placering och mängd på fältet

	Andraskörd			Tredjaskörd		
Förare A	Drag	Vändteg	Kil	Drag	Vändteg	Kil
Skifte 1	0,2 %	0,9 %	0,3 %	1,9 %	1,5 %	2,1 %
Skifte 2	0,2 %	0,4 %	2,0 %	1,5 %	1,1 %	2,5 %
Medel	0,7 %			1,8 %		

	Andraskörd			Tredjaskörd		
Förare B	Drag	Vändteg	Kil	Drag	Vändteg	Kil
Skifte 3	7,2 %	2,2 %	1,0 %	0,6 %	1,2 %	3,0 %
Skifte 4	2,2 %	1,6 %	1,0 %	3,8 %	1,8 %	5,0 %
Medel	4,7 %			2,6 %		

4.4 Strategier för att minimera spill i fält – försöksgård 1

Metod för att minska spillet är att underhållet på maskinerna sköts på bästa sätt, att de är inställda enligt återförsäljarens anvisningar och att föraren har kunskap om maskinen. De poängterar även hur viktigt det är att skiftena är jämna med en väl etablerad vall utan luckor och körsador. Sten plockas för att bibehålla jämnhet och bergsknallar täcks över med jord. Deras filosofi är att det finns inga jordfasta stenar, det är berg. Genom att göra noggranna i och utsättningar med plogen vid vändtegar samt vid kilar underlättar det harvningen och tilljämningen utav skiftet. Ett jämnare skifte gör det lättare att slå samt hålla en jämn stubbhöjd. Har man gjort en bra och noggrann jordbearbetning och sådd behöver man inte fokusera så mycket på vart strängarna hämnar. Oftast slås skiftet i samma riktning som det har plöjts. Skulle då till exempel en kil inte vara tilljämnd gör ojämnheten att slåtterkrossen lämnar en högre eller lägre stubbhöjd. Vilket medför ett högre spill. Ojämnheter medför även att pickupen på hacken inte kan plocka med all grönmassa ordentligt och risken för inblandning av jord ökar.

När vallen skall slås är det viktigt att ha rätt varvtal samt att knivarna på slåtterkrossen inte är slitna. Körteknik är även mycket viktigt vid slåtter då de lägger grunden för hackningen. Förare A eftersträvar under hela slåttern att använda hela maskinens arbetsbredd. Det är viktigt med sammanhänge och jämna strängar med tvära avslut. Detta åstadkommer man genom att i början och slutet av en sträng inte köra för fort. Man skall inte lägga strängar över varandra och inte slå i redan slagna strängar då de smular sönder grönmassan onödigt mycket. Man undviker att köra på redan slagna strängar så mycket de går eftersom gräset då trycks ned i stubben mot marken och gör de svårare för hacken att plocka upp och få med hela strängen. Hastigheten skall vara jämn och lämpat till skiftet så att det hålls ett jämt flöde av grönmassa genom slåtterkrossen. Desto mer grönmassa som går genom slåtterkrossen desto mindre spill blir det är deras åsikt.

Den första föraren gör när hacken är på skiftet är att ställa in pickupp höjden efter skiftets förutsättning. Fördelen med jämna och släta fält utan mycket sten är att pickupen kan ställas lägre än om fältet är ojämnt med sten. Man har på så sätt förberett för att pickupen skall kunna göra ett bra jobb. Som hackförare är det viktigt att vara noggrann med att köra mitt i strängen med pickupens bredd, samt anpassa hastigheten efter förutsättningarna som råder på fältet. Hacken framfördes vid sidan av traktorn för att minska risken att köra på strängens känsliga kanter. Det är viktigt att struten riktas i Metsjö-vagnen och inte blåser gräset bredvid. Metsjö-vagnarna har heltäckta tak för att minska att gräset blåses och virvlar utanför. Vagnarna skall fyllas väl men inte så de rinner över. Underhållet av hacken är viktigt och då mest att knivarna är vassa. Slöa knivar gör att grönmassan blir längre vilket medför att de blir svårare att blåsa in i Metsjö-vagnen. Detta ger många negativa effekter som högre driftskostnad med högre bränsleförbrukning som följd, lägre effektivitet och högre spill enligt förarna. Knivarna vässas efter behov. Om föraren upptäcker under hackningens gång att tussar av gräs blivit kvar på skiftet, kontrolleras inställningarna eller justeringar i körsätt görs och sedan åker hacken och hämtar upp spillet om de är i närheten.

Anledningen till att försöksgård 1 använder sig av denna maskinkedja är att de har varit mycket nöjda med hackens strållängd och det har fungerat bra vid ensilering samt till det fodersystem de använder. De använder sig inte av strängläggare då de anser att de är en onödig körning och risken för spill ökar. De satsar hellre på att lägga mer i sträng vid slagning och i framtiden finns tankar på en slåttermaskin som slår fram och på båda sidor om traktorn med mattor. De anser att mattorna ersätter strängläggaren. Detta ger en effektiv maskinkedja för denna gård och deras förutsättningar.

De poängterar vikten av att hellre köra sakta i en tjock jämn sträng än att köra fort i en tunn ojämn sträng, då en tjock jämn sträng ger högre effektivitet. Man använder sig inte av G.P.S då de ser de som en yrkesskicklighet att utnyttja maximal arbetsbredd och kunna köra rakt utan den. Maskinförare A har kört slåtterkross samt hack i över 15 år.

4.4.1 Observationer vid skörd

Observationer som gjordes under skörd visade på noggrannhet och omsorg av körteknik. Föraren jobbade aktivt med maskinen. Jag uppmärksammade att ju torrare grönmassan var, ju mer virvlade gräset och lade sig uppepå hacken eller virvlade iväg i vinden.

4.5 Strategier för att minimera spill i fält – försöksgård 2

Gård 2 har inte jobbat aktivt mot att minska spillet vid skörd. Det har inte funnits några direkta strategier. Vid anläggning av vall med insådd i spannmål var harvningen viktig då målet att ha jämna fält. Förare B hade inte mycket erfarenhet av hacken då detta var första säsongen personen körde. Underhållet betydde mycket för att maskinerna skall ge ett bra resultat.

4.5.1 Observationer vid skörd

Vid slagning hölls en hög hastighet vid slutet av draget. Detta medför att strängen inte får ett tvärt avslut utan fortsätter ut på vändtegen och läggs på de befintliga vändtegssträngarna och lite utanför dem. Hastigheten och överfarterna över strängarna på vändtegen river upp och plattar till strängen. Vid hackningen observerades att föraren inte var erfaren då hastigheten var hög och tussar uppstod. Föraren körde med hacken i transportläge och gränslade strängen istället för att låta den gå bredvid traktorn. Detta medförde att kanten av strängarna trycktes ned i stubben. Målet med att ha ett jämnt fält hade man inte uppnått för skifte 3 och 4 vilket gjorde att pickupen hoppade upp och ner på grund av ojämnheter samt den höga hastigheten.

5. DISKUSSION

Syftet med denna studie har varit att uppmärksamma mekaniskt spill samt undersöka hur mycket spill det blir vid skörd av vall med slåtterkross och exakthack under andra- och tredjeskörd under två skördesäsonger. Ett av målen med studien har varit att ta reda på vilka faktorer som påverkar spillet vid skörd av vall. Faktorer som påverkar spillet är många. Allt från sammansättningen av blandningen till väder, skiftets utseende och form till val av maskinkedja och förarens kompetens samt erfarenhet (Bengtsson 1983, Borreani et al. 2018, McGeachan 1989).

Det har varit mycket lärorikt och roligt att genomföra detta försök under två olika år. Meningen var från början att det bara skulle genomföras under ett år, men utökades till två. Detta tyckte jag var mycket bra då jag utvecklades och var mer säker på vad jag skulle vara uppmärksam på och observera när jag var ute i fält under det andra året. Den ursprungliga planen med att upprepa försöket med så lika förutsättningar de båda åren. Meningen från början var att försöka se hur mycket av det mekaniska spillet som kom från slåtterkrossen och hacken enbart. Istället har det blivit att jag har studerat olika förare och deras strategiers inverkan på spillet.

I tabell 1 kan man se hur mycket skiftena skiljer sig både mellan skördarna och åren. Skördenivån för skifte 1 och skifte 2 bestämdes med ett skördeprov för tredjeskörden. Detta gör att den uppskattade skörden för tredjeskörden på de båda skiftena år 2017 är osäker. Under försöksåret 2018 ser man att medelskörden ökade på tredjeskörden. Detta berodde troligtvis på den hemska torkan före skörd 2 och att regn hann falla till tredjeskörden. Tabellen ger även en uppfattning av hur mycket kg ts det faktiskt blir kvar på åkern. Man upplever att spillet inte är så högt procentmässigt, men man får en annan uppfattning när man räknar om det till kilo ts för hela skiftet. 1,31 % spill per ha gav för skifte 2 totalt 177 kg ts i spill. Då inte andningsförluster, mikrobiella förluster eller urlakningsförluster är medräknade ger det ingen uppfattning om de totala näringsförlusterna. Försöken som genomfördes av Bengtsson (1983) med strängläggare och pickupp hade ett spill på 2,7–3,7 % och menade på att en väl inställd pickupp skulle kunna spilla som minst ner till 2 %. Mina resultat visar på att det går att spilla mindre. Detta tyder på att maskinerna har utvecklats. I resultatet är det svårt att säkerställa att ts-halten har påverkat spilllets storlek, då den skiljer mellan de olika skördetillfällena. Man kan misstänka att den har en inverkan på spillet, då ts-halten var markant högre (44 %) vid andraskörden på skifte 2 samtidigt som spillet var högt.

Ett annat mål med studien har varit att ta reda på var på skiftet det spills mest. Tabell 2 ger en överblick om var på skiftet det har spillts mest. Man ser att det spills mest i draget under andraskörden och mest i kil samt i drag under tredjeskörden. Man kan spekulera om anledningen till att spillet ökade i dragen. Där tror man att spillet ska vara som minst då de är oftast bara rakt fram och inga skarpa böjar som i tex en vändteg. En annan misstanke till ett det spills mest i draget är hastigheten. I dragen tenderar hastigheten att öka då det inte finns några skarpa svängar, vilket gör att hastigheten ibland blir för hög. När det gäller totalspillet på fältet, så har dragen den största delen av skiftet jämfört med kil och vändteg Tabell 3 visar att förare B, som har mindre erfarenhet, troligtvis har haft för hög hastighet i dragen. Spillet i kilarna misstänks bero på slarvig slagning. Ojämna tunna strängar vid en kil utan tvära avslut gör det svårt för pickupen att plocka med sig strängen. Även körning på de korsade strängarna medför svårigheter för pickupen att få med grönmassan, vilket ger ett ökat spill enligt mina observationer.

Mitt resultat i tabell 3 visar att det är skillnad på hur mycket spill det blir mellan de olika åren och förarna. Det har alltså inte setts någon större skillnad på spillet från själva maskinerna. Detta på grund av att maskinerna inte skilde sig mycket i utförande utan mer i handhavandet. Förare A är en erfaren maskinförare som har kört hack samt andra maskiner i många år, både för den egna gården samt som maskinstation. Det har alltid varit en självklarhet att oavsett vilken maskin som körts ska resultatet alltid vara jämnt och rakt. Erfarenheten och noggrannheten syns i förare A:s resultat då under andraskörden hade personen 0,7 % i medelspill och 1,8 % medelspill under tredjeskörden. Man kan misstänka att ökningen av spillet under tredjeskörden beror på en högre ts-halt vid skörd. Bengtsson (1983) nämner även i sina försök att mer erfarna maskinförare påverkar så att spillet blir mindre. Förare B körde hack för första gången denna säsong samt att svårighetsgraden på skiftena var högre då de var små och ingen god strategi fanns vid slagning av skiftet. Bengtsson 1983 nämner att det är viktigt att skiftet är jämnt och att körhastigheten anpassas till förhållanden som råder samt att man har kunskap att kunna ställa in och hantera maskinerna korrekt samt att mer erfarna maskinförare kan minska spillets mängd.

Målet med denna studie var att få en uppfattning om vilka faktorer som påverkade spillet vi skörd av vall. Det som studien har visat är att den största faktorn är grönmassans ts-halt. Detta nämner Bengtsson (1983), McGechan (1989) samt Borreani m.fl. (2018) i sina studier och försök. En hög ts-halt ger ett skörare gräs samt en hård och upprepad behandling av grönmassan ger ett högre spill. Det är svårt att styrka ts-haltens påverkan på spillet i mina försök. Man kan dock misstänka att det är en av anledningarna till det ökade spillet under andraskörden på skifte 2. Valet av maskiner samt fältets beskaffenhet spelar enligt Bengtsson (1983) även roll för hur stort spillet blir. Ett ojämnt fält gör det svårare för maskinerna att göra ett bra resultat. Det går lättare att undvika spill på jämna och regelbundna fält. Resultatet från intervjuerna och observationerna visade att noggrannhet och kunskap om maskinerna kan minska spillet vid skörd.

Klövern inverkan på spillet har jag inte kunnat se något samband med, t.ex. mer spill ju högre klöverhalt skiftet hade. Proverna som krattades innehåll lite klöver, men majoriteten var gräs. Dock hade en näringsvärdesanalys kanske kunnat ge en uppfattning om hur mycket näring som hade spillts. Enligt Jamieson (2010) är det de mest näringsrika bladen som är känsligast. McGechan 1989 tar upp i sin review att mer och hård hantering av grönmassan ger ett högre spill.

I studien har det även undersökts vilka metoder som kan användas för att minska spillet. En väl planerad slagingsstrategi med tanke på vilken maskin som skall komma näst i kedjan ökar inte bara effektiviteten i fält utan minskar även spillet då exempelvis snäva kurvor undviks och man får ett mer flyt i skörden. Det ska vara som att köra efter en redan lagd bana. Är skiftet slaget där slätterkrossen har lyfts många gånger på t.ex. en vändteg plockar inte pickupen gräset i en hel sträng utan det blir avbrott, vilket enligt Bengtsson (1983) ökar spillet. Väl planerad slagingsstrategi bidrar till minskat spill och högre effektivitet på hacken. Hellre en tjock sträng och låg körhastighet på hacken är en hög körhastighet och en tunn sträng, anser en av de intervjuade.

En observation som gjorts är att Grovfoderverktyget samt rekommendationer vid gödsling och kalkning har höga normvärden när det kommer till fältförluster. Grovfoderverktyget mall har visar på en mekanisk förlust på 8 % i enbart maskinkedjan. Läger man till andningsförlusterna som blev 7 % med min data motsvarande försöket i mallen, får man ett totalt spill i fält på 15 % (Hushållningssällskapet 2013). Rekommendationer vid gödsling och kalkning använder sig även av ett schablonvärde på 15 % fältförluster. Dessa normvärden är enligt mig för höga, då mina resultat för totala förluster per fält låg mellan 0,27 % och 4,69 % spill. Dock är inte näringsförlusterna medräknade. Viktigt att poängtera att dessa schablonvärden är riktlinjer och mycket av vad som ökar och minskar spillet är väldigt olika från skörd till skörd.

Genom att jämföra den förväntade skörden med den uppskattade medelskörden ser man att gödselgivorna är lågt räknade. Båda gårdarna gödslar för en förväntad skörd på 8000 kg ts per ha och år. Den sammanlagda medelskörden för skifte 1 år 2017 under andra- och tredjaskörd hamnade på ca 6944 kg ts per ha + 2342 kg ts per ha = 9286 kg ts per ha. Om siffrorna stämmer skulle det betyda att man gödslar mindre än rekommendationerna. Eventuellt skulle gödselgivan kunna höjas för att få ut mer av vallen. Detta ökar dock risken för att vallen lägger sig och att klöver gödslas bort. Detta medför större spill och näringsförluster. Balansgången med gödselgivorna är svår och det är den önskade klöverandelen som styr gödslingen. En ökad medvetenhet om spill och faktiska skördenivå ökar möjligheterna för att kunna effektivisera vallens avkastning och näringsinnehåll.

Genom mer exakt bestämning av fältförluster i kombination med lagringsförluster kan man effektivisera vallodlingen. Detta medför en minskad klimatpåverkan då verklighetsbaserade värden av vallens behov minskar risken för att man gödslar för lite eller för mycket, vilket ger vallarna de bästa förutsättningarna. Vallen består av en blandning av olika sorters gräs och klöver. Detta kräver kunskap då arterna samt sorterna har olika behov. Detta sätter press på odlaren både kunskapsmässigt och erfarenhetsmässigt. Det finns inget vinnande koncept som går att appliceras på alla gårdar, utan varje gård måste se till dess behov menar O'Kiely et al. (1993). Idealiskt är om brukarna gör sina egna blandningar för gårdens behov och förutsättningar. Genom att få fram ett näringsrikt foder minskar behovet av att använda kraftfoder som inte producerats på gården.

Framtida studier som skulle vara intressanta att göra där man på något sätt standardiserar tester av maskinerna för att lättare kunna jämföra enbart maskinens inverkan på spillet. På grund av alla de olika faktorerna som inverkar på spillet blir det mycket svårt att få fram spillet som enbart beror på maskinerna. McGechan beskriver i sin review (1989) svårigheterna med uppmätningen av det mekaniska spillet. Där skiljer man även på det spillet som beror på grödan och det spillet som beror på maskinen, i detta fall en pickupp. Detta gör inte Bengtsson (1983) i sina försök, vilket är mycket intressant. Jag håller med McGechan att en uppdelning behövs för att visa mer exakt vad spillet beror på. Dock är det som nämnts tidigare många faktorer som påverkar spillet. Körsätt och inställning på maskinerna har stor betydelse för spillet som kommer från pickupen. Bengtsson 1983 nämner i sina försök förarens betydelse för spillens mängd. Detta stämmer överens med mina observationer och siffror om förarna. Det hade även varit intressant att undersöka hur stora näringsförlusterna är i spillproverna då det är de sköra bladen som försvinner först. Det hade vart mycket intressant att göra en studie på hela kedjan från fält till foderbord.

En intressant studie hade varit att ta fram förlusterna från hela kedjan från fält till foderbord och sedan räknat ut vad förlusterna kostar.

En av slutsatserna som kan dras av undersökningen är att de faktorer som påverkar spillet mest vid skörd av vall är noggrannhet och erfarenhet. Förare A har mer erfarenhet samt hög fokus på noggrannhet. Förare B har inte haft samma erfarenhet på hacken samt inte samma inställning till sin arbetsuppgift. Föraren påverkar alltså hur stort spillet blir, vilket även Bengtsson (1983) menar.

En annan slutsats som kan dras är att spillet främst förekommer i drag och kil, vilket resultatet har visat för båda förarna i studien. Ytterligare en slutsats som kan dras är att det är viktigt att ha strategier för att minska spillet av vall ute på fält. Resultatet har visat att de viktigaste strategierna är att ett bra förarbete av skiftet börjar redan vid jordbearbetningen. Genom jämna fält, noggrannhet och kunskap om maskinernas förutsättningar ökar chanserna för att spillet i fält vid skörd av vall blir minimalt.

5.1 Studiens tillförlitlighet

Studiens tillförlitlighet påverkas av att det är olika skiften de olika åren. 2017 togs det bara ett skördeprov på tredjeskörden, vilket ger ett osäkrare resultat. 2018 var ett år med extrem torka samt att gräset inte slogs med en frontslåtterkross i kombination med en bogserad, utan gräsets slogs enbart med en bogserad slåtterkross.

Metoden som i denna undersökning har varit ett försök, med provtagning ute i fält, hade kunnat förbättras vad gäller antalet prov som tagits. Endast data från tre skördeprover samt tre krattade spillprover har tagits per skifte och skörd. Detta gör att det inte går att säga att resultaten i studien är säkra eller generella. Det är mycket diskussion om att förlusterna av vall ute på fält måste minska, vilket är en av anledningarna till att medvetenheten om mekaniskt spill också måste öka. Det behöver finnas fler försöksresultat som kan visa på hur spillet uppkommer och att det är viktigt att ha strategier för att minska spillet. Det är även viktigt att minska spillet ur ett ekonomiskt- och miljömässigt perspektiv då ett energirikt vallfoder ger billigare och bättre foderstater. Bättre utnyttjande av gödslingen med exaktare uppgifter att utgå från när gödningsgivorna skall bestämmas.

REFERENSER

- Bengtsson, N. (1983). *Spill vid strängläggning och upptagning av hö, meddelande nr 397*. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.
- Belotti, C. (1990). *Vallboken*. Sveriges lantbruksuniversitet. Speciella skrifter 40. Uppsala
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R.J., Holms, B.J., Muck R. E. (2018). *Silage Review: Factors affecting dry matter and quality losses in silage*. J. Dairy Sci.
- Börling, K., Kvarmo, P., Listh, U., Malgeryd, J., Stenberg, M. (2017). *Rekommendationer för gödsling och kalkning 2018*. Jordbruksverket. Jönköping. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/download/18.5593fa9915fcd5f0f5491234/1511444151428/jo17_4.pdf.html [2019-05-15]
- Elho (2019). *Arrow 3700 Front*. Tillgänglig: <https://www.elho.fi/products-sv-fi/mower-conditioners-sv-fi/front-mower-conditioners-sv-fi/arrow-nm-3200-front-arrow-nm-3700-front-sv-fi/> [2019-05-09]
- Fogelfors, H. (2016). *Vår mat*. Uppl. 1:2. Lund. Studentlitteratur AB.
- Hushållningssällskapet. (2013). *Förluster vid bärning av grovfoder*. Grovfoderverktyget.se
Tillgänglig: <http://grovfoderverktyget.se/?p=31093&m=4515> [2019-05-15]
- Hadders, G. (1984). *Förtorkning vid höberedning meddelande nr 402*. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.
- Holme, I. M. & Solvang, B. K. (1997). *Forskningsmetodik. Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur. 2:a uppl. 1 - 360
- Honig H. (1977). *Schätzung der Verluste an TM und Energie bei verschiedenen Konservierungsverfahren*. Översatt av Pauly, T., SLU 2007-08-13. Institutionen för husdjurens utfodring & vård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Hörndahl T. (2017). *Föreläsning om vall skörd*. Alnarp
- Jamieson, A. (2010). *Nötkött*. uppl.1. Stockholm. Natur och kultur.
- Jeppsson, R. (1981). *Förtorkning vid höberedning meddelande nr 389*. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.
- Jordbruksverket (2019). *Vall – vår största gröda*.
Tillgänglig: www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/jordbruksgroror/vall.4.23f3563314184096e0d7c75.html [2019-05-09]
- Klinner, W. E., Wood, C.M. (1981). *An experimental field rig for collecting forage crops and separating out stones and metal objects*. National Institute of Agricultural Engineering, Silsoe.
- McGechan, M.B. (1989). *A Review of Losses Arising during Conservation of Grass Forage: Part 1 Field losses*. J. agric. Engng Res. vol. 44, ss. 1-21.

- Nilsson, E., Larsson, L.E., Svensson, K. A. (1978). *Slåtter för höberedning, meddelande nr 376*. Jordbrukstekniska institutet. Uppsala.
- O’Kiely, P., O’Connell, M., Murphy, J. (1993). *Silage Research 1993*. Dublin City university. Dublin.
- ROC (2019). *Series RT 1220 produktblad*. Tillgänglig: http://roc.ag/wp-content/uploads/2014/10/Depliant_-Series-RT-2017_320x210_web_mail.pdf [2019-05-20]
- Sundberg, M. (2002). *Bredspridning av vallfoder vid slåtter, JTI-rapport Lantbruk & industri 291*. JTI – Institutet för jordbruks-och miljöteknik. Uppsala.
- Sörkvist, L., Helleberg, B., Malmström, I., Neuman, L. (2000). *Jordbrukets fältmaskiner*. Falköping. Natur och kultur / LTs förlag.
- Weidow, B. (1998). *Växtodlingens grunder*. Helsingborg. Bengt Weidow och LTs förlag.

BILAGOR

Bilaga 1 - Intervjufrågor

Vad har ni använt för metoder för att minska spillet i vallkedjan?

Är spillet något ni fokuserar på?

Hur jobbar ni aktivt mot spill?

Varför används inte strängläggare?

Varför har ni valt just denna maskinkedja?